

明 細 書

有機双安定性素子、これを用いた有機双安定性メモリ装置、
およびそれらの駆動方法

[発明の背景]

発明の分野

本発明は、低駆動電圧で作動可能で、かつ、書き込み／読み出しの際の閾値電圧の差を、素子を構成する部材の厚みにより制御できる、有機双安定性素子およびこれを用いたメモリ装置、およびそれらの駆動方法に関する。

背景技術

有機双安定性素子として、一对の電極の間に強誘電体層を挟んで積層構造としたものが知られている。強誘電体層を構成する物質としては、アンスラセンやTTF-CA（テトラチアフルバレンとテトラクロロ-p-ベンゾキノンからなる交互積層型電荷移動錯体）等が検討されている。（例えば、特開2001-345431号公報の第2-3頁、図1参照）。

また、強誘電体層の代りに、二層構造とした低導電性の有機薄膜の間に導電性薄膜を介在させた三層構造の積層体を用い、この積層対を一对の電極の間に挟んだ有機双安定性素子も提案されている。この低導電性の有機薄膜を構成する素材としては、AIDCN（2-アミノ-4,5-ジシアノイミダゾール）が使用されている。（例えば、WO 02/37500パンフレットの第6-8頁、第2図参照）。

上記特開2001-345431号公報に開示された有機双安定性素子は、スイッチング電圧が比較的高いため、駆動時の消費電力が増加するといった問題がある。また、WO 02/37500パンフレットに開示された有機双安定性素子は、強誘電体層のみ電極間に挟んだものに比較すると、スイッチング電圧を低くすることができる利点有するものの、素子駆動電圧が有機薄膜を構成する物質に依存することから、その物質ごとに電源を新たに準備するか、もしくは可変の電源を用いて出力電圧を調節しなければならない。

また、実際の有機双安定性素子においては、情報の書き込み／読み出しの際の各閾値電圧が適度の差を持つことが好ましいが、従来、これら両閾値電圧の差を調節することができなかった。

発明の概要

今般、本発明者は、電極間に設ける積層体を複数の有機薄膜で構成し、その有機薄膜の厚みを制御するか、または各層の有機薄膜の材料を変えることにより、有機双安定性素子を低電圧で駆動でき、かつ情報を書き込むための閾値電圧と、消去するための閾値電圧との差を可変できる、との知見を得た。本発明はかかる知見によるものである。

従って、本発明の目的は、低電圧で駆動でき、かつ情報を書き込むための閾値電圧と、消去するための閾値電圧との差を可変できる有機双安定性素子およびこれを用いた有機双安定性メモリ装置、ならびにそれらの駆動方法を提供することにある。

そして、本発明による有機双安定性素子は、第1電極と第2電極との間に積層体が設けられた積層構造を有してなる有機双安定性素子であって、前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層以上の有機薄膜が積層されたものである。

また、本発明による有機双安定性メモリ装置は、第1電極と第2電極とが直交するように交差して設けられてなり、前記第1電極と第2電極との交差領域である前記第1電極と第2電極との間に、積層体が設けられてなり、前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層以上の有機薄膜が積層されたものである。

さらに、本発明による有機双安定性素子を駆動させる方法は、前記有機双安定性素子に情報を書込む際、正バイアス、または負バイアス側のいずれか一方に流れる電流が、所定値以上に流れないように制限するものである。

本発明の有機双安定性素子によれば、有機双安定性素子を低電圧で駆動でき、かつ情報を書き込むための閾値電圧と、消去するための閾値電圧との差を可変できる。また、正バイアス、または負バイアス側のいずれか一方に流れる電流を所

定値以上に流れないように制限することにより、誤作動の少ない有機双安定性メモリ装置を実現することができる。

[図面の簡単な説明]

図 1 は、本発明の有機双安定性素子の基本的な積層構造一例を示した断面概略図。

図 2 は、本発明の有機双安定性素子が単純マトリクス状に配置された有機双安定性メモリ装置を模式的に示す図である。

図 3 は、図 2 の有機双安定性メモリ装置のメモリセルアレイを示す平面図である。

図 4 は、図 3 のメモリセルアレイを A－A' 線で切断した断面図である。

図 5 は、本発明の有機双安定性素子を薄膜トランジスタと組合せた有機双安定性メモリ装置を模式的に示す断面図である。

図 6 は、本発明の有機双安定性素子に負の電圧をかけたときの特性のグラフである。

図 7 は、本発明の有機双安定性素子に正の電圧をかけたときの特性のグラフである。

図 8 は、有機双安定性素子の有機薄膜の膜厚差と閾値電圧差との関係を示すグラフである。

図 9 は、リミッター設けて有機双安定性素子を駆動させた際の電流電圧特性を示すグラフである。

図 10 は、リミッター設けずに有機双安定性素子を駆動させた際の電流電圧特性を示すグラフである。

[発明の具体的説明]

以下、本発明による有機双安定性素子およびその素子を用いたメモリ装置、ならびに駆動方法を、図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の有機双安定性素子の基本的な積層構造を例示する図である。本発明の有機双安定性素子 1 は、基板 2 上に第 1 電極 3、積層体 4、および第 2

電極 5 が順に積層された積層構造を有する。積層体 4 は、有機薄膜 4 a（以下有機薄膜 A ともいう）、導電性 4 c、有機薄膜 4 b（以下、有機薄膜 B ともいう）がこの順で積層されている。

基板 2 は、その上に、第 1 電極 3、有機薄膜 A、導電性薄膜 4 c、有機薄膜 B、および第 2 電極 5 を順に積層するために用いられるものである。基材 2 は、ガラス、シリコン、もしくは石英等の無機基材か、または以下に例示する有機基材からなる。基板 2 はその上に設けられる各層を支持するためのものであり省略することもできるが、基板 2 を有する方が、有機双安定性素子に剛性が付与されるため使用し易く、また、多数の素子を基板上に配列してメモリ装置等とすることが容易である。

有機基材としては、ポリアミド、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、シンジオタクティック・ポリスチレン、ポリフェニレンサルファイド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶ポリマー、フッ素樹脂、ポリエーテルニトリル、ポリカーボネート、変性ポリフェニレンエーテル、ポリシクロヘキセン、ポリノルボルネン系樹脂、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリアリレート、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、熱可塑性ポリイミド等を挙げることができるが、これらに限定されるものではなく、一般的なプラスチックも使用可能である。特に基板 2 が有機基材である場合、厚みが $5\ \mu\text{m}$ ～ $300\ \mu\text{m}$ 程度の薄いフレキシブルなフィルム状のものを使用すれば、得られる有機双安定性素子をフレキシブルなものとすることもできる。

第 1 電極 3 は、双安定性層である有機薄膜 4 との接合が適切に得られるよう、金属薄膜、比較的導電性の高い有機薄膜、もしくは導電性ペロブスカイト型酸化物薄膜等からなることが好ましい。金属薄膜は、Al、Pt、Au、Ag、Fe、Ni、Cr、Cu、Ti、Hf、Zn、Zr、Mo、または Ta 等の導電性の高い金属を用いて形成することができる。導電性の高い有機薄膜は、PEDOT (3, 4-ポリエチレンジオキシチオフェニレン／ポリスチレンサルフェイト)、または、適切にドーピングされた、ポリアニリン、ポリアセチレン、フラーレン、カーボンナノチューブ、もしくはカーボンナノワイヤー等を用いて形成することができる。

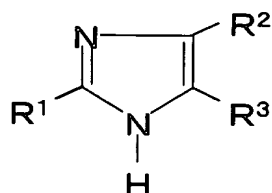
また、導電性ペロブスカイト型酸化物薄膜により電極を形成することもでき、導電性ペロブスカイト型酸化物としては、 IrO_x 、 MnO_x 、 NiO_x 、 CuO_x 、もしくは RuO_x 等、またはそれらが適切にドーピングされたものが好適に使用できる。第1電極3の厚みは、素材の導電性にもよるが、概ね $0.5\text{ nm} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ 程度であることが好ましい。

本発明による有機双安定性素子1においては、第1電極3と第2電極5との間に、第1電極3側から、有機薄膜4a、導電性薄膜4c、および有機薄膜4bからなる積層体4が積層されている。有機薄膜4aおよび有機薄膜4bは、いずれも誘電性であって、互いに導電性が異なるよう構成されている。導電性を変える具体的な方式としては、(i)互いに導電性の異なる異種の素材を、有機薄膜4aおよび有機薄膜4bの一方と他方にそれぞれ用いる方式、または、(ii)有機薄膜4aおよび有機薄膜4bの双方ともに同じ素材を用い、各有機薄膜の膜厚を変える方式である。

有機薄膜4aまたは4bとしては、2, 4, 5-置換イミダゾール、トリス-8-ヒドロキシキノリンアルミニウム(AlQ)、7, 7, 8, 8-テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、N-3-ニトロベンジリデン-p-フェニレンジアミン(NBPDA)、NBPDA誘導体、もしくはアンスラセン等から選択されたる一種または二種以上の組合せた有機物質を好適に使用することができる。

上記(i)の方式においては、有機薄膜4aと有機薄膜4bとは、それぞれを構成する有機物質の選択により各有機薄膜の導電性を変えることができ、その場合は両薄膜の厚みは同じでよいが、導電性の調整の目的で、各薄膜の厚みを変えて、導電性の差を調節してもよい。

上記(ii)の方式においては、有機薄膜として、下記式(I)で表されるような、少なくとも一つの電子供与基と、少なくとも一つの電子受容基とを有する有機物質からなることが好ましい。



(I)

式中、 R^1 、 R^2 、および R^3 は、それらのうちの一つまたは二つが、それぞれ独立して、 $-H$ 、 $-NH_2$ 、 $-NHR$ 、 $-NR_2$ 、 $-SR$ 、 $-X$ 、 $-CX_3$ 、 $-OH$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OR$ 、および $-R$ からなる群から選ばれる電子供与基（ここで R は、炭素数が1～24の直鎖あるいは分岐状のアルキル基を示し、このアルキル基中の一つまたは二つ以上のメチレンが、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-CHW-$ （ここで、 W は、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-CN$ 、または $-CF_3$ を表す）、 $-CH=CH-$ 、または $-C\equiv C-$ の置換基によって置換されていてもよく（但し、これら置換基同士が隣接することはない）、 X は、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、もしくは $-I$ を表す）であり、

それ以外の R^1 、 R^2 、または R^3 が、それぞれ独立して、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-COR$ 、 $-COOH$ 、 $-COOR$ 、および $-SO_3H$ からなる群から選らばれる電子受容基である。

上記（ii）の方式においては、有機物質として上記の化合物を用い、有機薄膜の、一方が10nm～200nmの膜厚を有し、他方が前記膜厚の1.1～10倍の膜厚を有してなることが好ましい。各有機薄膜の膜厚を上記範囲にすることにより、両薄膜の導電性の差が導電性の小さい方の値の10%～100%程度となる。

有機薄膜4aおよび4bは、上記有機物質を用いて真空蒸着法等の気相法により形成したり、または、これらの有機物質を適当な溶剤で溶解して得られた溶液を用いてのスピンナーコーティング等の塗布方法により形成することができる。有機薄膜4の厚みとしては、5nm～1000nmが適当であり、特に10nm～200nmであることが好ましい。

第2電極5は、第1電極3と同様、金属薄膜、比較的導電性の高い有機薄膜、または導電性ペロブスカイト型酸化物薄膜等からなり、電極の厚みも第1電極3と同様である。

本発明の有機双安定性素子は、メモリ装置好適に使用できる。メモリとして使用する際には、微小時間、有機双安定性素子に正もしくは負のパルス電圧を印加して書き込み（ON状態）、もしくは消去（OFF状態）とした後、微小時間、書き込み、もしくは消去のパルス電圧の絶対値よりも小さい定電圧を印加すること

により、有機双安定性素子 1 が ON 状態にあるか、もしくは OFF 状態にあるかを判定できる。素子特性は、第 1 電極 3 と第 2 電極 5 との間に、正もしくは負の電圧を印加することにより、両電極間に流れる電流を測定するか、もしくは両電極間に、正もしくは負の電流を流し、両電極間の電圧を測定することにより確かめることができる。

本発明においては、有機双安定性素子に情報を書込む際に、正バイアス、または負バイアス側のいずれか一方に流れる電流が、所定値以上に流れないように制限する。このように有機双安定素子に一定値以上の電流が流れないようにすることにより、ON/OFF のスイッチングを確実に行うことができ、誤作動の少ないメモリ装置を実現できる。正バイアス、または負バイアス側の電流は、測定器で電流制御したり、定電流ダイオードを用いることにより所定値以上に流れないように電流を制限することができる。

本発明の有機双安定性素子を用いて、図 2 に模式図で示すような有機双安定性メモリ装置を作製することができる。図 3 は、図 2 に示す有機像安定素子のメモリセルアレイの一部を拡大して示す平面図であり、図 4 は、図 3 中の A-A' 線に沿って切断した断面図である。

有機双安定性メモリ装置 7 は、図 2 に示すように、有機双安定性素子 1 が単純マトリックス状に配列されたメモリセルアレイ 8 と、有機双安定性素子 1 に対して選択的に情報の書き込みまたは読み出しを行うための電極と、各種の回路とを備えたものである。各種回路には、例えば、第 1 電極 3 およびそれを選択的に制御するための第 1 駆動回路 9 や、第 2 電極 5 およびそれを選択的に制御するための第 2 駆動回路 10、や信号検出回路（図示せず。）等が含まれる。

メモリセルアレイ 8 は、行選択のための第 1 電極（ワード線）3 と、列選択のための第 2 電極（ビット線）5 とが直交するように配列されたものである。すなわち、X 方向に沿って第 1 電極 3 が所定ピッチで配列され、X 方向と直交する Y 方向に沿って第 2 電極 5 が所定ピッチで配列されている。なお、信号電極は、上記の逆でもよく、第 1 電極がビット線、第 2 電極がワード線でもよい。

有機双安定性メモリ装置 7 は、具体的には、図 3 および図 4 に示すように、基板 2 上に第 1 電極 3 が図の左右方向を長手方向として配置され、その基板 2 上に

第2電極5が図の上下方向を長手方向として配置されている。第1電極と第2電極の交差領域には、第1電極と第2電極の間に有機薄膜4（特にハッチで示す。）積層されている（図3の中央の第2電極5の下方を除去して示す）。

本発明の有機双安定性素子は、図5に示すような有機双安定性メモリ装置に好適に使用することもできる。図5は、本発明の有機双安定素子を用いた有機双安定性メモリ装置10を模式的に示した断面図であり、この有機双安定性メモリ装置10は、有機双安定性メモリ装置の制御を行うトランジスタ形成領域を有する。

トランジスタ形成領域を構成するトランジスタとしては、公知の構成のものを適用でき、薄膜トランジスタ（TFT）、あるいはMOSFETを用いることができる。図示の例ではTFTを用いており、トランジスタは、ドレイン電極12およびソース電極13、およびゲート電極14、ゲート絶縁膜15、活性層16とから構成されている。ドレイン電極12およびソース電極13のいずれか一方（図ではドレイン電極12）には、取出電極17が接続されている。取出電極17は、下層側から第1電極3、有機薄膜4、および第2電極5が順に積層された本発明の有機双安定性素子1の第1電極3に接続されている。トランジスタなどが形成された基板2上には、取出電極17の部分を除いて層間絶縁膜18が設けられている。以上のように示したトランジスタ形成領域上に、本発明の有機双安定性素子1が形成されている。

以上に述べたように、本発明の有機双安定性素子は、その特性を応用し、電氣的に書き込み、読み出し、消去可能な有機双安定性メモリ装置やその他の用途に使用できる。

[実 施 例]

以下に示す手順で図1に示されるような構造の有機双安定性素子を作製した。まず、清浄なガラス基板を準備し、その上に、下部電極（第1電極）として厚みが100nmのアルミニウムの薄膜を、真空蒸着機（（株）真空機工製、品番；VPC-410）を用い、約0.3nm/秒の蒸着レートにて形成した。形成したアルミニウムの薄膜上に、同様に真空蒸着機を用い、厚みが40nmの2-アミノ-4,5-ジシアノイミダゾール（東京化成（株）製）の第1有機薄膜を、

約 0.03 nm/秒 の蒸着レートで形成した。この第 1 有機薄膜上に、上記と同様にして厚みが 20 nm のアルミニウム薄膜を蒸着して導電性薄膜を形成した。その後、さらに導電性薄膜上に、上記と同様にして厚みが 50 nm の 2-アミノ-4,5-ジシアノイミダゾールの第 2 有機薄膜を形成した。最後に第 2 有機薄膜上に、上部電極（第 2 電極）として、厚みが 100 nm のアルミニウムの薄膜を、上記と同様にして形成し、有機双安定性素子 1 を得た。

また、下部電極側の第 1 有機薄膜の厚みを 40 nm とし、上部電極側の第 2 有機薄膜の厚みを 70 nm とした以外は実施例 1 と同様にして、有機双安定性素子 2 を得た。さらに、下部電極側の第 1 有機薄膜の厚みを 40 nm とし、上部電極側の第 2 有機薄膜の厚みを 100 nm とした以外は実施例 1 と同様にして、有機双安定性素子 3 を得た。

また、比較例として、第 1 有機薄膜の厚みを 40 nm 、第 2 有機薄膜の厚みを 40 nm とした以外は、実施例 1 と同様にして有機双安定性素子 4 を得た。

上記の下部電極、有機薄膜、および上部電極の形成する際には、真空蒸着機のチャンバー内の真空度を約 $3 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ に保って行ない、アルミニウムの成膜の際には、対象となる基板の温度を室温に保ち、有機薄膜の成膜の際には、対象となる基板の温度を $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ に保った。蒸着膜の厚み、および蒸着レートは、いずれも水晶式膜厚計（（株）アルバック製、品番；CR TM 6000）を用いて制御した。

以上のようにして作製した有機双安定性素子 1 の両電極間に電圧を印加し、両電極間を流れる電流を電流計（米国ケースレー社製、品番；237、電流電圧計および直流電源を兼ねる。）を用いて測定した。なお、電流電圧特性を測定する際、素子に対する過大電流を防止するため、負電圧側のリミッターを $\pm 50 \mu\text{A}$ に設定した。測定結果を図 6 および図 7 に示す。なお、電流値は、測定された電流値の絶対値を表す。

電圧を印加し、第 1 電極の電位を 0 V から下げて、負のバイアススキャンを行うと、図 6 に示すように、電流値が徐々に増加し、約 -2 V で最大値に達し、その後、 -4 V まで下がったが、電流値は一定であった（図中、矢印①で示す。）。このことは、有機双安定性素子が、高抵抗状態（OFF 状態）から低抵抗状態（ON

状態)へスイッチング(転移)したことを示すものであり、仮に電圧を印加する前の素子の状態を「0」の情報を有する状態とすると、「1」の情報の電氣的な書込みが行われたことになる。

この後、電圧を -4 V から 0 V まで一様に増加させるスキャンを行なうと、電流値の測定値は、電圧が 0 V になる直前まで、上記の低抵抗状態へ転移した後の電流値のままであった(図中、矢印②で示す。)。このことは、有機双安定性素子が高抵抗状態から低抵抗状態にスイッチングすると、その状態が安定であるという双安定性を有していることを示すものである。なお、印加電圧が 1 V における低抵抗状態の電流値は、高抵抗状態の電流値の約 10^3 倍であった。

次に、 0 V から電圧を一様に増加させるスキャンを行なうと、図7に示すように、約 1.5 V までは電流値が一定であり(図中、矢印③で示す。)、 1.5 V 以上で電流値の絶対値が急激に低下した(図中、矢印④で示す。)。このことは、有機双安定性素子が、低抵抗状態(ON状態)から高抵抗状態(OFF状態)へスイッチングしたことを示すものであり、先に書きこまれた「1」の情報が消去され、「0」の情報を有する状態に戻ったことになる。

また、実施例において低抵抗状態(ON状態)にスイッチングした素子は電圧を 0 V にしても低抵抗状態(ON状態)のままであり、この低抵抗状態が維持されることが確認できた。このことは、この有機双安定性素子が不揮発性であり、書きこまれた「1」の情報が失われることなく、読み出せることを示している。

有機双安定性素子2および3についても、上記と同様の測定を行った。いずれも、実施例1で得られたものと同様な傾向の電流/電圧特性を有していた。また、これらの結果から、高抵抗状態(OFF状態)から低抵抗状態(ON状態)へのスイッチング(転移)の際の閾値電圧、および低抵抗状態(ON状態)から高抵抗状態(OFF状態)へのリセットする際の閾値電圧を求め、両閾値電圧の差(ΔV)と、第2有機薄膜と第1有機薄膜との膜厚差(Δd)との関係を求めた。結果は図8に示される通りであった。膜厚差 0 nm から 40 nm の範囲で、膜厚差 10 nm につき、両閾値電圧の差が約 0.4 V 増加することがわかる。

次に、有機双安定性素子1~3の駆動に際して、電流計(米国ケースレー社製、品番; 237)により電流値を $80\text{ }\mu\text{ m}$ に制限して、電圧を印加して情報の書込

みを行った。そのときの電流電圧特性を図 9 に示す。また、電流値に制限を設けなかったものについても電流電圧特性を測定した。結果を図 10 に示す。リミッターを設けなかったものは高抵抗状態（OFF 状態）から低抵抗状態（ON 状態）へのスイッチングは可能であったが、低抵抗状態（ON 状態）から高抵抗状態（OFF 状態）へはスイッチングできず、素子の誤作動を引き起こした。

請 求 の 範 囲

1. 第1電極と第2電極との間に積層体が設けられた積層構造を有してなる有機双安定性素子であって、前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層以上の有機薄膜が積層されたものである、有機双安定性素子。

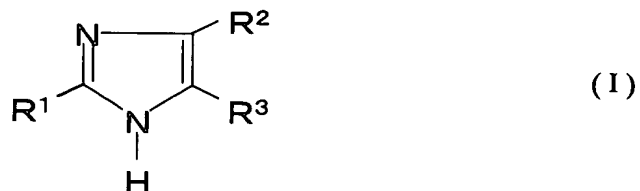
2. 前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層の有機薄膜が積層されたものである請求項1に記載の有機双安定性素子。

3. 前記二層の有機薄膜が、異なる素材からなる、請求項2に記載の有機双安定性素子。

4. 前記二層の有機薄膜が、同一の素材からなり、かつ、各有機薄膜の厚みが異なる、請求項2に記載の有機双安定性素子。

5. 前記有機薄膜の、一方が10nm～200nmの膜厚を有し、他方が前記膜厚の1.1～10倍の膜厚を有してなる、請求項4に記載の有機双安定性素子。

6. 前記有機薄膜が、下記式(I)で表される有機物質を含んでなる、請求項1～5のいずれか1項に記載の有機双安定性素子。



[式中、 R^1 、 R^2 、および R^3 は、

それらのうちの一つまたは二つが、それぞれ独立して、 $-H$ 、 $-NH_2$ 、 $-NHR$ 、 $-NR_2$ 、 $-SR$ 、 $-X$ 、 $-CX_3$ 、 $-OH$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OR$ 、および $-R$ からなる群から選ばれる電子供与基（ここで R は、炭素数が1～24の直鎖あるいは分岐状のアルキル基を示し、このアルキル基中の一つまたは二つ以上のメチレンが、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-CHW-$ （ここで、 W は、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-CN$ 、または $-CF_3$ を表す）、 $-CH=CH-$ 、または $-C\equiv C-$ の置換基によって置換されていてもよく（但し、これら置換基同士が隣接することはない）、 X は、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、もしくは $-I$ を表す）であり、

それ以外の R^1 、 R^2 、または R^3 が、それぞれ独立して、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-COR$ 、 $-COOH$ 、 $-COOR$ 、および $-SO_3H$ からなる群から選らばれる電子受容基である。]

7. 前記積層構造がさらに基板を含んでなり、前記第1電極または第2電極のいずれかが、前記基板上に接するよう積層されてなる、請求項1～5のいずれか1項に記載の有機双安定性素子。

8. 請求項1～5のいずれか1項に記載の有機双安定性素子を用いて構成されてなる、有機双安定性メモリ装置。

9. 基板上にトランジスタが配列された形成領域を有してなる有機双安定性メモリ装置であって、前記トランジスタに、前記有機双安定性素子が接続されてなる、請求項8に記載の有機双安定性メモリ装置。

10. 第1電極と第2電極とが直交するように交差して設けられてなり、前記第1電極と第2電極との交差領域である前記第1電極と第2電極との間に、積層体が設けられてなり、前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層以上の有機薄膜が積層されたものである、有機双安定性メモリ装置。

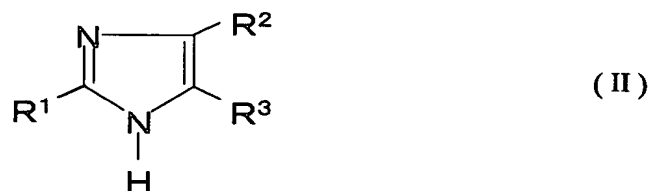
11. 前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層の有機薄膜が積層されたものである請求項10に記載の有機双安定性メモリ装置。

12. 前記二層の有機薄膜が、異なる素材からなる、請求項11に記載の有機双安定性メモリ装置。

13. 前記二層の有機薄膜が、同一の素材からなり、かつ、各有機薄膜の厚みが異なる、請求項11に記載の有機双安定性メモリ装置。

14. 前記有機薄膜の、一方が10nm～200nmの膜厚を有し、他方が前記膜厚の1.1～10倍の膜厚を有してなる、請求項13に記載の有機双安定性メモリ装置。

15. 前記有機薄膜が、下記式(II)で表される有機物質を含んでなる、請求項10～14のいずれか1項に記載の有機双安定性メモリ装置。



[式中、 R^1 、 R^2 、および R^3 は、

それらのうちの一つまたは二つが、それぞれ独立して、 $-H$ 、 $-NH_2$ 、 $-NHR$ 、 $-NR_2$ 、 $-SR$ 、 $-X$ 、 $-CX_3$ 、 $-OH$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OR$ 、および $-R$ からなる群から選ばれる電子供与基（ここで R は、炭素数が1～24の直鎖あるいは分岐状のアルキル基を示し、このアルキル基中の一つまたは二つ以上のメチレンが、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-CHW-$ （ここで、 W は、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-CN$ 、または $-CF_3$ を表す）、 $-CH=CH-$ 、また

は $-C \equiv C-$ の置換基によって置換されていてもよく（但し、これら置換基同士が隣接することはない）、Xは、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、もしくは $-I$ を表す）であり、

それ以外の R^1 、 R^2 、または R^3 が、それぞれ独立して、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-COR$ 、 $-COOH$ 、 $-COOR$ 、および $-SO_3H$ からなる群から選らばれる電子受容基である。]

16. 前記積層構造がさらに基板を含んでなり、前記第1電極または第2電極のいずれかが、前記基板上に接するよう積層されてなる、請求項10～14のいずれか1項に記載の有機双安定性メモリ装置。

17. メモリ装置に情報を書込む際、正バイアス、または負バイアス側のいずれか一方に流れる電流を一定値に制限するリミッターを備えてなる、請求項9または10に記載の有機双安定性メモリ装置。

18. 請求項1～7のいずれか1項に記載の有機双安定性素子を駆動させる方法であって、前記有機双安定性素子に情報を書込む際、正バイアス、または負バイアス側のいずれか一方に流れる電流が、所定値以上に流れないように制限する、有機双安定性素子の駆動方法。

開 示 の 要 約

構造が単純で製造工程の増加を招くことがなく、かつスイッチング電圧の低い有機双安定性素子およびこれを用いたメモリ装置、およびそれらの駆動方法を提供する。第 1 電極と第 2 電極との間に積層体が設けられた積層構造を有してなる有機双安定性素子であって、前記積層体が、導電性薄膜を介して、いずれも誘電性であって互いに導電性の異なる二層以上の有機薄膜が積層されたものである。